

ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОКАЗНИКІВ У ПРИМІЩЕННЯХ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЛОКАЛЬНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ (НА ПРИКЛАДІ ЧДУ ІМ. ПЕТРА МОГИЛИ)

Розроблено і впроваджено систему диспетчеризації температурних показників у навчальних приміщеннях ЧДУ ім. Петра Могили з використанням локальної комп'ютерної мережі, мікроконтролерної системи МК-duino та мережевого адаптеру ENC28J60. Наведено результати дослідження температурних параметрів у приміщеннях університету, описано програмне забезпечення системи та використані пристрої, а також розроблено напрямки удосконалення роботи системи з управлінням за споживанням тепла, що виробляється автономними газовими котельнями.

Ключові слова: диспетчеризація температурних показників, локальна комп'ютерна мережа, мікроконтролерна система МК-duino та мережевий адаптер ENC28J60.

Разработана и внедрена система диспетчеризации температурных показателей в учебных помещениях ЧГУ им. Петра Могили с использованием локальной компьютерной сети, микроконтроллерной системы МК-duino и сетевого адаптера ENC28J60. Представлены результаты исследований температурных параметров в помещениях университета, описано программное обеспечение и использованные устройства, а также разработаны направления усовершенствования работы системы по регулированию потребления тепла, вырабатываемого автономными газовыми топочными.

Ключевые слова: диспетчеризация температурных показателей, локальная компьютерная сеть, микроконтроллерная система МК-duino, сетевой адаптер ENC28J60.

Developed and implemented management system thermal behavior in the Black Sea State University, using a local computer network, microcontroller system МК-duino and network adapter ENC28J60. Presented results of the temperature measurements in the Black Sea State University, described the system software and devices used and develop ways of improvement of the system with the consumption of heat produced by automatic gas boiler.

Key words: dispatching of thermal behavior, local computer networks, microcontroller system МК-duino, network adapter ENC28J60.

Енергозбереження є одним із основних напрямків сучасної вітчизняної науки. Це пов'язано зі зменшенням корисних копалин для енергоносіїв та збільшенням знань про те, як можна використовувати енергію навколишнього середовища.

Проблема створення будинків з ефективним використанням енергії дуже актуальна для України. На енергопостачання будівель витрачається біля 40 % паливно-енергетичних ресурсів, тому є технічна та економічна доцільність зменшення цих витрат.

Держава приділяє багато уваги стану справ з енергоощадження в закладах освіти. Згідно з затвердженою наказом МОН України від 26.02.2010р. №147 «Програмою щодо зменшення енергоресурсів навчальними закладами та установами освіти на 2010-2014рр.» у Чорноморському державному університеті

імені Петра Могили впроваджується проект «Енергоефективний університет» [1; 8].

«Енергоефективний університет» включає в себе систему рішень, спрямованих на зниження витрат енергії та забезпечення мікроклімату в приміщеннях навчальних корпусів [2]. Основними характерними параметрами, які відображають мікроклімат у приміщенні, є температура та вологість повітря. Підтримання цих параметрів у межах санітарних норм в опалювальний період дозволяють створити комфортні умови для присутніх та раціонально витратити тепло, що подається від автономних газових котелень. Одним з робочих елементів у системі автоматизованого управління цими параметрами є розробка системи ір-S&C (інтернет, протокол, обслуговування, контроль) для зняття показників температури у приміщеннях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, постановка мети дослідження.

Існує велика кількість спеціалізованих систем з мікроконтролерним керуванням та вбудованими у Інтернет систему, у тому числі з Ethernet. Найпоширеніші з них: пристрій системи виміру температури й вологості Tempcontrol, ZK2 – бездротова система моніторингу температури й вологості, програмне забезпечення Temp Keeper та інші.

Готові системи мають ряд переваг: відпрацьована технологія, надійність, готові модулі, за допомогою яких можна вирішувати основні завдання, але певні недоліки, такі як висока ціна, не дуже велика гнучкість керуючого модуля, закрите програмне забезпечення [3] спонукають розробляти системи ip-S&C власного виробництва.

Мета цієї роботи полягає у розробці теоретичних основ застосування та виготовлення дослідного макету стенду на базі мікроконтролерних засобів для побудови системи дистанційного контролю ефективності енергозбереження та керування енергостачанням у комплексі споруд закладу освіти на прикладі ЧДУ ім. П.Могили.

Основні задачі вирішення проблеми.

1. Розроблення схеми ip-S&C (Internet Protocol Service and Control) пристрою для контролю температури та керуванням електричним обладнанням з використанням мережі Ethernet. Розроблення мікроконтролерної програми для ip-S&C пристрою.

2. Виготовлення дослідної серії ip-S&C пристроїв кількістю 10 шт.

3. Розгортання експериментальної мережі з 7 ip-S&C пристроїв у комплексі споруд університету.

4. Розроблення програмного забезпечення та технології для круглодобової реєстрації результатів вимірів температури на персональному комп'ютері.

5. Набір статистичних показників з особливостей та стійкості роботи експериментальної мережі.

Виклад основного матеріалу дослідження.

В комплексі споруд закладу освіти на прикладі ЧДУ ім. П.Могили було розгорнуто систему для контролю температури в приміщеннях (ip-S&C – Internet Protocol Service and Control). Місця розташування ip-S&C пристроїв та сенсорів температури вибрано з приблизною орієнтацією вікон приміщень за сторонами світу, наявності вільних гнізд мережі Ethernet, живлення 220V і згоди відповідального за приміщення (Рис.1):

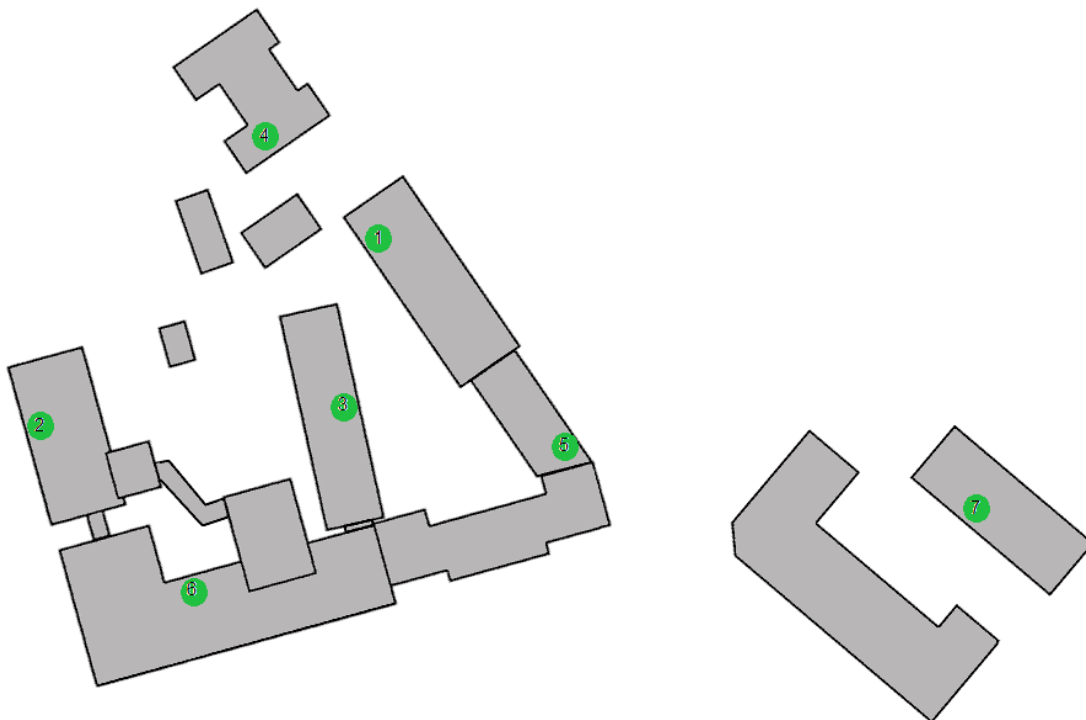


Рис. 1 Схема розташування датчиків у будівлях ЧДУ ім. Петра Могили

1. Кафедра медичних приладів. 4-корпус, 3-поверх, захід.
2. Global Logic. 1-корпус, 5-поверх, захід.
3. Читальна зала. 1-поверх, схід.
4. Кафедра політичних наук. 3-корпус, 2-поверх, південь.
5. Міжнародний відділ. 1-поверх, схід.
6. Вентиляційне приміщення. 1-корпус, 4-поверх:
- 6.1. Подвір'я, 4-поверх, північ.
- 6.2. Коридор 4-поверх, 1-корпус.
- 6.3. Приміщення вентиляційної, північ.
7. Кафедра іноземних мов. 11-корпус, 2-поверх, південь.

Електронну схему IP-S&C пристрою розроблено на базі простого програмного мікроконтролера МК-duino та мережевого адаптеру ENC28J60, а в якості датчика, що вимірює температуру повітря у приміщенні використано цифровий термометр DS18B20.

Просте програмоване ядро МК-duino (рис. 2) призначено для самостійної розробки пристроїв на базі мікропроцесора ATmega8 та вільно-розповсюджуваної програмної оболонки Arduino з величезним ресурсом готових прикладів.

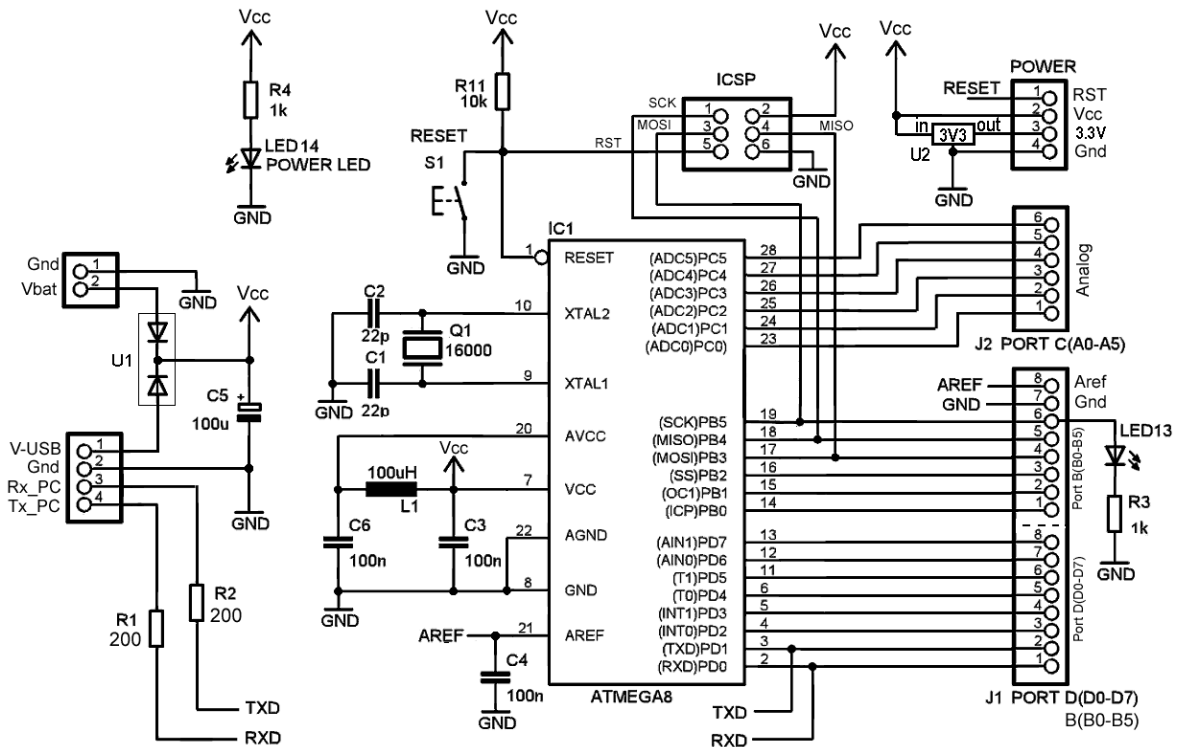


Рис. 2 Схема МК-duino

Маленький чіп ENC28J60 компанії Microchip має в своєму складі 28 контактів та інтерфейс SPI, який легко використовується з будь-яким мікроконтро-

лером і надає можливість легко створити невеликий пристрій, що встановлено у приміщеннях університету та підключено до Ethernet мережі [4] (Рис. 3).

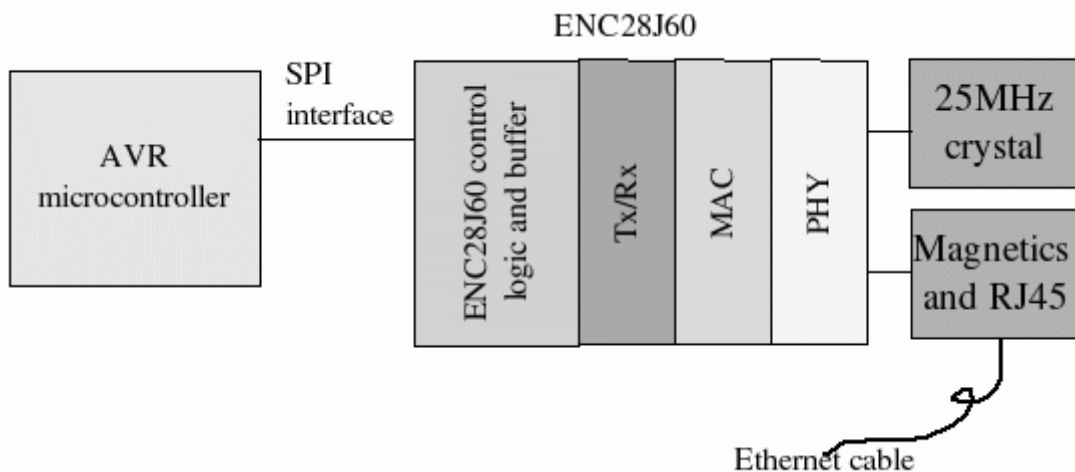


Рис. 3 Схема блоків ENC28J60

Цифровий термометр DS18B20 встановлено для обміну даними по 1-Wire шині, Всі процеси на шині управляються центральним мікропроцесором. Діапазон вимірювань від (-55 ° C) до (+125 ° C) і точністю 0,5 ° C у діапазоні від (-10 ° C) до (+85 ° C). Завдяки тому, що датчик DS18B20 працює як при споживанні напруги на лінії даних («parasite power»), так і при

відсутності зовнішнього джерела напруги, це дає змогу використати меншу кількість дротових ліній. Датчик DS18B20 має унікальний 64-бітний послідовний код, який дозволяє спілкуватися з безліччю датчиків, встановлених на одній шині. Таким чином один мікропроцесор контролює безліч датчиків DS18B20, розподілених на великій ділянці Рис. 4 [5].

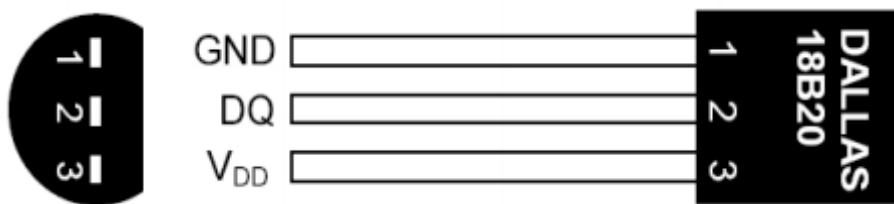


Рис. 4 Зовнішній вигляд датчика DS18B20

Для підключення датчиків використано мережу передачі даних типу 1-Wire. Технологія 1-wire далеко не нова і відома вже близько 10 років. 1-wire широко застосовується як у побуті, так і в промислових системах. 1-wire являє собою мережу, до якої можна підключити безліч пристроїв, таких як датчики (температурні, вологості, освітленості), виконавчі ключі, лічильники, зчитувачі і багато іншого (Рис. 4).

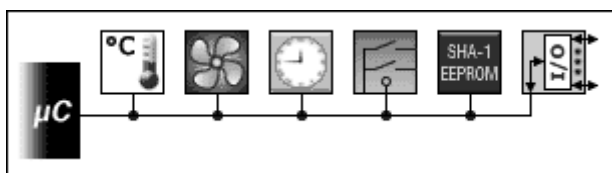


Рис. 5. Приклади пристроїв приєднаних до 1-wire.

Всі пристрої зв'язуються між собою в найпростішому випадку двопровідним кабелем. Один дріт використовується під шину даних (звідси і назва «1-wire»), а другий дріт – поворотний або «Земля». Топологія мережі – загальна шина. Це означає, що один кабель проходить через всі пристрої. Відгалуження допустимі, але не рекомендуються (до 50 см). Втім, для невеликих мереж можлива довільна топологія, наприклад, зіркою. Великою перевагою 1-wire є те, що багато хто, але не всі, компоненти 1-wire можуть обходитися без зовнішнього живлення, працюючи від так званого паразитного живлення, забираючи енергію з шини даних. Як кабель для 1-wire можна використовувати все, що тільки проводить електричний струм. Це і дешевий телефонний кабель, і недорога вита пара. Однак низькі вимоги до середовища передачі даних накладають свої обмеження на швидкість роботи. Максимальна швидкість передачі даних за технологією 1-wire у звичайному режимі становить 15,4 Кбіт / с (до 125Кбіт в режимі Overdrive). Для контролю помилок у протоколі 1-wire передбачена перевірка контрольної суми переданих пакетів – CRC.

В процесі виконання цієї роботи було розроблено і впроваджено програму для мікроконтролера Atmega 8 в програмній оболонці Arduino. Програма отримує запит, ідентифікує тип запиту, якщо запит температури, та дає команду на вимір температури, формує текстову відповідь і відправляє її у мережу.

Дані виводять на сторінку у такому вигляді:

28a8066901000d7;17.12; – серійний номер датчика; значення температури.

Ці дані за допомогою скриптової мови PHP зберігаються в базі даних MySQL комп'ютера. Виконання скрипту проводиться паралельно для усіх

датчиків з заданим інтервалом. PHP – скриптова мова програмування загального призначення, яка інтенсивно застосовується для розробки веб-програм, підтримується переважною більшістю хостинг-провайдерів і є одним з лідерів серед мов програмування, що застосовуються для створення динамічних веб-сайтів [6].

Також було розроблено сайт контролю показань температури, працездатності, системи диспетчеризації ip-S&C, який відображає наявні в системі контролери, зв'язок з ними та показання логів температури за поточний день (Рис.6). База даних MySQL – вільна система управління базами даних (СУБД). Гнучкість СУБД MySQL забезпечується підтримкою великої кількості типів таблиць: користувачі можуть вибрати як таблиці типу MyISAM, що підтримують повнотекстовий пошук, так і таблиці InnoDB, що підтримують транзакції на рівні окремих записів. Більш того, СУБД MySQL поставляється із спеціальним типом таблиць EXAMPLE, що демонструє принципи створення нових типів таблиць. Завдяки відкритій архітектурі і GPL-ліцензуванню, в СУБД MySQL постійно з'являються нові типи таблиць [7].

Для системи диспетчеризації температури було створено таблицю з полями: серійний номер, температура, дата, час (Рис. 7).

Усі дані в базу даних записуються в не сортованому вигляді, але наявність у кожного датчика свого унікального серійного номеру дає змогу ідентифікувати та виділити окремі показання конкретного датчика (Рис.8).

Для того, щоб ці дані були зрозумілими для кінцевого користувача, розроблено скрипт з формування Excel сторінки та створення в ній графіку зміни температури. Нижче наведено зведену таблицю, яка відсортована за часом (Рис.9).

За результатами показань датчиків в певний період було створено графіки, які відображають коливання температур в різних приміщеннях ЧДУ ім. Петра Могили (Рис.10).

Аналізуючи результати роботи системи диспетчеризації (графіки рис.10) бачимо, що найнижча температура спостерігається о 5-6 годині ранку, а найвища о 12 годині. Температурне коливання у впродовж доби для різних приміщень університету складає майже 10°C. Найбільш холодними приміщеннями університету є ті, у яких вікна орієнтовані на північ, а найтепліші приміщення ті, вікна яких орієнтовані на південь-захід. Ці дані дають можливість оцінити ступінь обігріву, тепловий опір приміщення та оптимізувати розподіл тепла від автономних газових котелень.

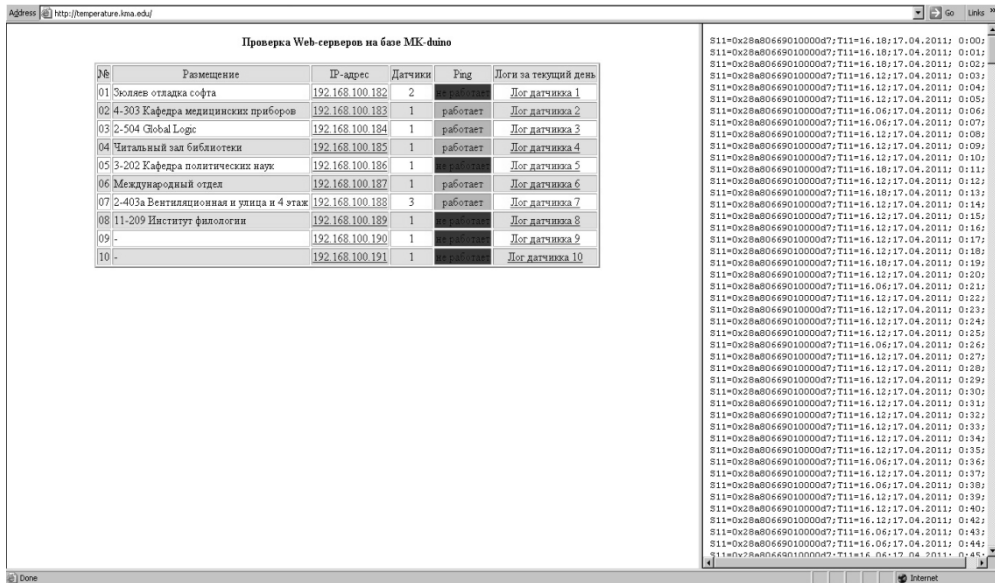


Рис. 6. Сайт контролю за показаниями температуры та працездатністю системи диспетчеризації ip-S&C

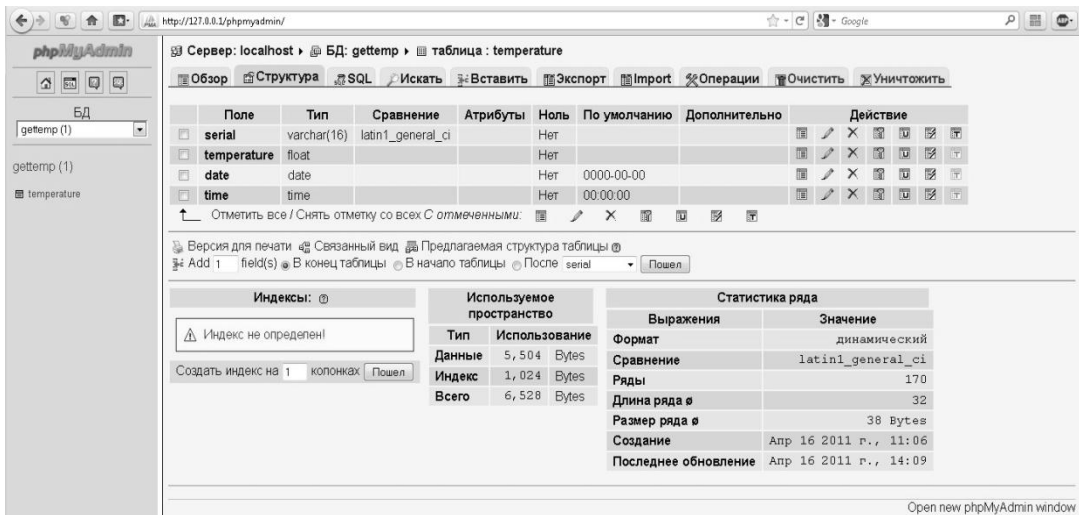


Рис. 7. Структура таблиці в базі даних системи диспетчеризації температур

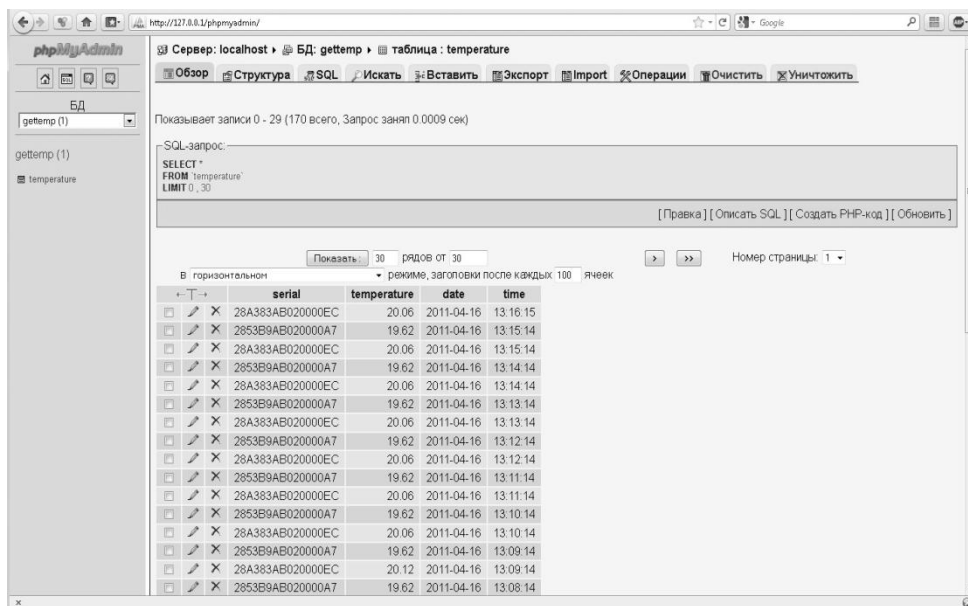


Рис. 8. Таблица з даними температур

SERIAL	TEMPERATURE	DATE	TIME
28A383AB020000EC	20	2011-04-16	12:45:12
28A383AB020000EC	19.93	2011-04-16	12:46:12
28A383AB020000EC	19.93	2011-04-16	12:47:12
28A383AB020000EC	19.93	2011-04-16	12:48:12
28A383AB020000EC	19.93	2011-04-16	12:49:12
28A383AB020000EC	20	2011-04-16	12:50:13
28A383AB020000EC	19.93	2011-04-16	12:51:13
28A383AB020000EC	19.93	2011-04-16	12:52:13

Рис. 9. Приклад зведеної таблиці температурних показань конкретного датчика

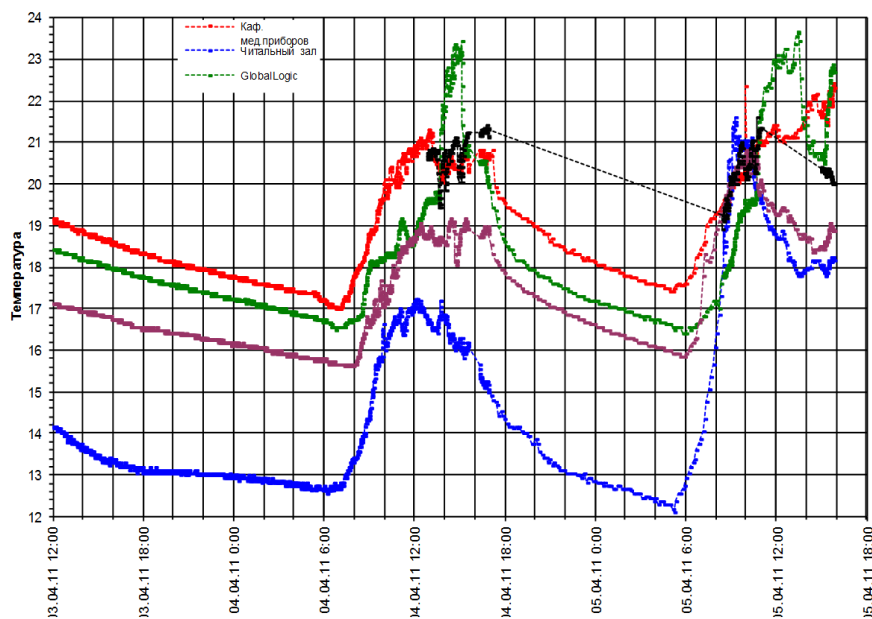
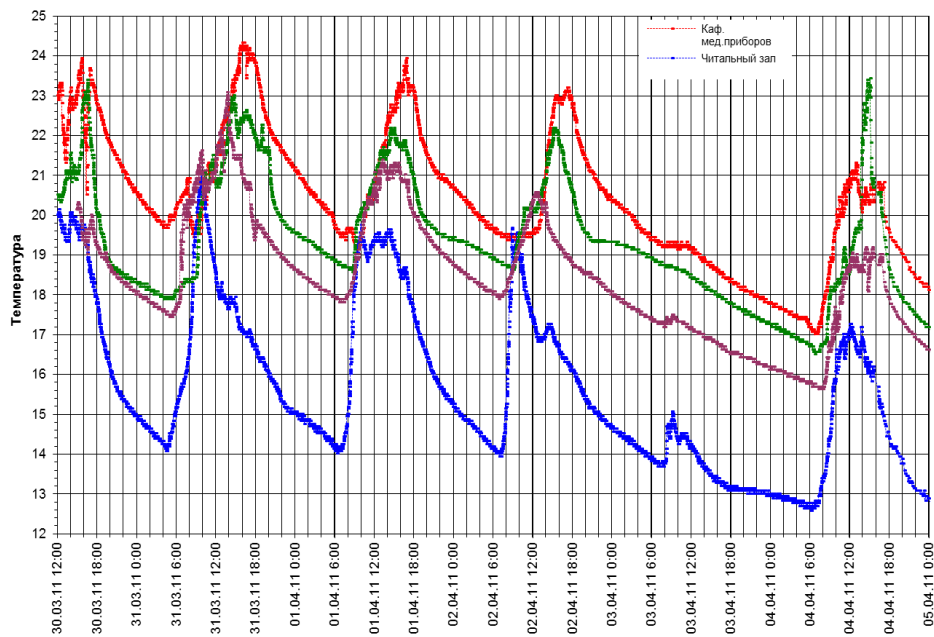


Рис. 10. Графіки замірів температур у період з 05.04.2011 по 13.04.2011

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку

1. Розроблено, виготовлено комплекс приладів для дистанційного контролю температурних параметрів у комплексі споруд ЧДУ ім. Петра Могили.

2. Проводяться дослідження роботи системи диспетчеризації у режимі тестування.

3. Розроблено і впроваджено програмне забезпечення для універсальних персональних комп'ютерів з накопичення результатів показань у круглодобовому режимі.

4. Отримано початкові результати з одночасних варіацій температури у різних приміщеннях навальних корпусів університету. Уривчасті дані дають змогу надання рекомендацій щодо оптимізації температурних режимів в приміщеннях.

5. Розроблено систему диспетчеризації підготовлено до подальшого розгортання та переведення в штатний режим експлуатації, який доцільно почати до наступного опалювального сезону з метою управління споживанням паливно-енергетичних ресурсів.

6. У процесі дослідної експлуатації системи диспетчеризації температурних показників було виявлено декілька проблем:

– електромагнітні випромінювання, які спотворюють сигнал від датчиків;

– періодичне «зависання» процесору мікроконтролера ip-S&C в ході некоректного запиту з локальної мережі;

– втрата налаштувань MAC та IP адресів в результаті стрибка напруги.

– завищений рівень електричних завад на датчиках температури при великій довжині дроту.

Завданнями на майбутнє є:

– розробка централізованого сайту для контролю за температурою, який буде доступний з мережі Інтернет;

– вдосконалення програми мікроконтролера для запам'ятовування добових вимірів, а також пошук можливих помилок у роботі контролеру та системи отримання і зберігання даних.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України «Про енергозбереження» ВР №75/94-ВР від 01.07.1994р.
2. Драганов Б. Х., Долінський А. А., Міщенко А. В., Письменний Є. М. (за ред. Драганова Б.Х.). Теплотехніка : підручник. – Київ ; «ІНКОС», 2005, – 504 с.
3. Умный дом своими руками. Общие принципы. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ab-log.ru/smart-house>
4. An AVR microcontroller based Ethernet device. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.tuxgraphics.org/electronics/200606/article06061.shtml>.
5. Описание работы с датчиком температуры DS18B20. – [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://blog.e-voron.dp.ua/opisanie-raboty-s-ds18b20>.
6. PHP. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ru.wikipedia.org/wiki/PHP>.
7. MySQL.– [Електронний ресурс]– Режим доступу: <http://ru.wikipedia.org/wiki/MySQL>.
8. Програма щодо зменшення енергоресурсів навчальними закладами та установами освіти на 2010-2014рр.» наказом МОН України від 26.02.2010р. №147 – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://mon.gov.ua>

Рецензенти: д.т.н., професор Хлопенко М. Я. ;
к.т.н., доцент Сирота О. А.

© Зюляєв Д. Д.,
© Кубов В. І.,
© Щесюк Л. В., 2011

Стаття надійшла до редколегії 06.06.2011 р.